

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報(A) 昭63-85207

⑫ Int. Cl.

F 01 K 23/02
23/10

識別記号

庁内整理番号

A-7515-3G
U-7515-3G

⑬ 公開 昭和63年(1988)4月15日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑭ 発明の名称 複合発電システム

⑮ 特 願 昭61-229156

⑯ 出 願 昭61(1986)9月27日

⑰ 発 明 者 辻 正 東京都千代田区丸の内2丁目5番1号 三菱重工業株式会社内

⑱ 出 願 人 三菱重工業株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目5番1号

⑲ 復代理人 弁理士 鈴江 武彦 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

複合発電システム

2. 特許請求の範囲

ガスタービン発電系と、このガスタービン発電系からの高温排ガスを流通させる排気本管と、この排気本管の上流端部と下流端部との間を連結して設けられた排気分岐管と、上記排気本管内に設けられる上記排気分岐管入口と出口との間に配設され、高圧蒸気により駆動される蒸気タービン発電系と、上記排気分岐管内に配設され上記ガスタービン発電系に供給される燃料を上記排気分岐管を流通する排ガスの熱エネルギーにより予熱する燃料予熱器と、

この燃料予熱器で予熱された燃料を気化させる蒸発器と、

この蒸発器で気化させた燃料蒸気を化学的に反応させて燃料エネルギーの高い二次燃料に変換する触媒を有した反応器と、

この反応器からの二次燃料を過熱して上記ガス

タービン発電系に供給する過熱器とを具備したことを特徴とする複合発電システム。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明はガスタービン発電系と蒸気タービン発電系との複合発電システムに係り、特に燃料処理システムを改良した複合発電システムに関する。

(従来の技術)

近時、ガスタービン発電系と、その排熱エネルギーにより駆動される蒸気タービン発電系とを組み合わせた複合発電システムが、LNG気化ガス等のクリーン燃料の有効利用を図り得る新しい技術として注目されている。第7図はこの種の従来(特許昭57-215914号明細書)の概略構成を示す図である。燃料Aは、燃料予熱器7と反応触媒内蔵の燃料気化器(燃料蒸発器)7bを順次通して燃焼器1に供給され、上記燃料Aは圧縮機2で圧縮された燃焼用空気bと共に燃焼し、その燃焼エネルギーによりガスタービン発電系2を駆動している。このガスタービン発電系2は、ガスタービン

と、そのタービン出力によって駆動される発電機とを介し上記燃焼用空気に対する空気圧縮器を備えて構成され、発電出力を得ている。しかし、ガスタービン発電系の高圧排ガスは、排熱回収系の排気本管を通して排出される。

この排気本管内の上流端部と下流端部との間を連結して排気分岐管を設け、排気本管内には上流側より下流側に向けて蒸気発生器、給水予熱器および燃料予熱器を配設し、排気分岐管内には燃料気化器を配設してある。

上記排気分岐管の入口部と出口部にはそれぞれ分岐ダクト入口ダンパと、分岐ダクト出口ダンパが設けられ、排気分岐管内を分流する排ガス流量を制御できる構成となっている。また上記蒸気発生器と給水予熱器とは排気本管内における上記入口ダンパと出口ダンパとの間の位置に配設されている。

そこで、上記ガスタービンに供給される燃

料は、予め、排気本管内の燃料予熱器でより加熱され、さらに排気分岐管内の燃料気化器により、ガスタービンからの高圧排ガスの熱エネルギーを与えられて化学的に反応し、燃焼エネルギーの高い二次燃料に変換されることになる。

一方、蒸気タービン発電系の蒸気タービンには上記排熱回収系で発生した蒸気が供給され、発電機が駆動されてタービン出力が得られるようになっている。そして、上記蒸気タービンを駆動した後の蒸気は復水器に供給され、冷却水により冷却凝縮されたのち冷却水ポンプを介して上記給水予熱器に供給され、さらに蒸気発生器により加熱されて高圧蒸気となる。

〔発明が解決しようとする問題点〕

上記複合発電システムにおいて、ガスタービン発電系に供給する燃料は、燃料予熱器、燃料気化器で排気が吸熱し、保有熱量を高めることができるが、これだけでは現実化する上で

は、非常に高価である触媒の量をかなり多く必要とすることから経済的な問題がある。触媒の量を多く必要とするのは、燃料気化器は、いろいろな機能部を含んでいて、かつ実際に触媒が必要でない機能部まで触媒が設けられているからである。

そこで、本発明は高価な触媒の量が少なく済み、設備費が安価となる複合発電システムを提供することを目的とする。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明は上記目的を達成するため、ガスタービン発電系と、このガスタービン発電系からの高圧排ガスを流通させる排気本管と、この排気本管の上流端部と下流端部との間を連結して設けられた排気分岐管と、上記排気本管内における上記排気分岐管入口と出口との間に配設され、高圧蒸気により駆動される蒸気タービン発電系と、上記排気分岐管内に配設され上記ガスタービン発電系に供給される燃料を上記排気分岐管を流通する排ガスの熱エネルギーにより予熱する燃料予熱器と、

この燃料予熱器で予熱された燃料を気化させる蒸発器と、

この蒸発器で気化させた燃料蒸気を化学的に反応させて燃料エネルギーの高い二次燃料に変換する触媒を有した反応器と、

この反応器からの二次燃料を過熱して上記ガスタービン発電系に供給する過熱器とを具備したものである。

〔作用〕

上記のように従来の燃料気化器を複数の機能部に分けて、化学吸熱を行う反応器のみに触媒を内蔵させるようにしたので、従来のものに比べて触媒の量が少なく済み、これにより設備費が安価となる。

〔実施例〕

以下、本発明の実施例について図面を参照して説明するが、ここでは第7図の従来例と異なる点を中心に説明する。

第1図はその一実施例を説明するための燃料処理システムの基本構成およびプラント構成を示す。

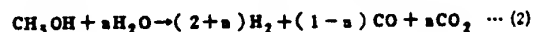
燃料 α は燃料処理システムでガスタービン排気(反応器用排気) α と熱交換を行い、保有熱量を高めたのち主燃料ライン12 α からガスタービン発電系2に供給される。ガスタービン排気 α は、燃料 α の消費量に見合うように分岐ダクト入口ダンパ8 α と分岐ダクト出口ダンパ8 β により調整し、残りのガスタービン排気1は排気パイプ系3で蒸気を生じさせ、これを蒸気タービン発電系4に供給させる。このように複合発電システムはガスタービン発電系2と蒸気タービン発電系4で構成される。

一方、燃料処理システムはガスタービン排気 α の流入側より排気 α の流出側に向かって通熱器12と反応器11と加熱器10と蒸発器9と燃料予熱器7 α を順次配置し、吸熱化学反応に用いる触媒は反応器11にのみ内蔵する。上記通熱器12と反応器11は各々通熱器12とガスタービン発電系2の燃焼器1との間に通熱器バイパスライン12 β と、また反応器11と通熱器12との間に反応器バイパスライン12を備え、これは運転調整に使用する。反応器11に内蔵する反応触媒は、

は銅-亜鉛系触媒19 m^3 を充填したものを用い、505℃の排熱をパイプ3に導入する第1図に示す複合発電システムによりコンピュータシミュレーションを用いて試験を行った。ここで、メタノール(410 kmol/h)と蒸気(410 kmol/h)の混合気を265℃で供給し、反応器11で水蒸気改質反応を行わせ、1440 kmol/hのガス(H_2 61.3%、 CO 3.1%、 CO_2 1.3%、 CH_3OH 7.1%、 H_2O 10.2%のガス組成)を得た。このガスに燃料予熱器7 α から1360 kmol/hのメタノールを265℃で供給し、反応器11で分解反応を行わせたと、4700 kmol/hのガス(H_2 61.7%、 CO 19.0%、 CO_2 8.0%、 CH_3OH 9.7%、 H_2O 1.2%)を得た。メタノール転化率は90%であった。また、このガスを燃焼器1で燃焼させてガスタービン2 α を回し、その排熱の一部を排熱パイプ3で回収し、図示しない蒸気発生器で発生させた蒸気により蒸気タービンを回すと、ガスタービン2 α の出力は121600 kW、蒸気タービン系4の出力は37400 kWとなり、発電効率47.2%が得られた。

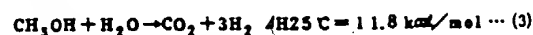
長時間使用の間に性能低下を伴う場合があり、その場合は主燃料ライン12 α を用いて反応温度を定める。

上記反応器11としてはメタノール分解反応器あるいはメタノール水蒸気改質反応器およびこの両方であってもよい。この場合のメタノール分解反応は次の(1)、(2)式のようになる。



$$\text{ここで } 0 < n < 1$$

またメタノール水蒸気改質反応は次の(3)式のようになる。



上記反応器11に内蔵する触媒としては次のようなものを用いる。

すなわち、上記反応器11がメタノール分解反応器の場合には白金触媒19 m^3 とニッケル-銅系触媒19 m^3 とを充填したものを用い、また上記反応器11がメタノール水蒸気改質反応器の場合に

一方、第7図の燃料気化器7 β として白金触媒とニッケル-銅系触媒とを充填したものを用いた複合発電システムをコンピュータシミュレーションにより試験を行うと、メタノール(1770 kmol/h)と蒸気(170 kmol/h)を投入し、メタノール転化率90%を達成するには白金触媒27 m^3 と、ニッケル-銅系触媒54 m^3 が必要であった。また、上記と同様の計算を行うと、ガスタービン系2の出力は121920 kW、蒸気タービン系4の出力は35200 kWとなり、発電効率は46.6%となった。

第2図および第3図は燃料処理システムの、ガスタービン排気 α からの吸熱状況を説明するための図で、予熱器7 α 、蒸発器9、加熱器10、反応器11、通熱器12の交換熱量を Q 添字で表示している。通熱器12は反応後燃料 α の顕熱を高めるもので、 Q_{12} の吸熱を行うが、主燃料ライン12 α を全開し通熱器12を完全にバイパスするときは第3図の吸熱状況となる。反応器11の入口ガス温度は T_2 から T_1 に上昇するため反応器11

の中では温度上昇 q_{11} が加わり反応器内での吸熱量は q_{11}' に増加するので第2図よりも高温の反応器温度を確保できる。反応器バイパスライン13は設備始動初期/停止時等で反応器温度が指定より低い場合に使用し、反応触媒の熱サイクル疲労を軽減して寿命を維持する。停止の場合は反応器バイパスライン13を開けると同時に反応器11に不活性ガスを封入するなどの措置を行う。反応器バイパスライン13の使用中は、蒸発燃料でガスタービン2を運転する。

第4図に燃料蒸発システムの基本構成を示すもので、第1図の反応器11と加熱器10を省いたものであり、このようにすることにより第1図に比べて付帯設備が低減するのでさらに安価となり、また各機器の配置が容易となる。

第5図は燃料処理システムの応用例を示すもので、(1)は第1図に対応した例であり、(4)は第4図に対応した例である。また(2)は燃料予熱器7aを7a1から分割して合流ダクトに7a2として設ける例、(3)はサイラ部2の給水予熱を分割して反応器

のみに触媒を内蔵させるようにしたので、従来のものに比べて吸熱計画が容易となり、しかも触媒の量が少なくてすみ、これにより設備費が安価となる。

(2) 反応器11(第7図では燃料気化器7b)例の構成を、第1図のように過熱器12/反応器11/加熱器10/蒸発器8/予熱器7aにしたりあるいは第4図のように過熱器12/蒸発器9/予熱器7aにしたので、上記反応器11での化学吸熱あるいはその他で物理吸熱が行われ、燃料aの保有熱量を高めることができ、これにより燃料aを未処理で用いる場合よりも高い複合発電システムの効率が得られる。

上記化学吸熱を行う反応器としてメタノールの分解反応又は水蒸気反応があるが、上記した実施例のように触媒およびその反応温度を各々所定のものとすればこれらの反応が実現できる。一方、蒸発潜熱が大きい場合は、その潜熱と顕熱の物理吸熱のみで保有熱量を向上しても、液体燃料での単独使用より複合発電効率が向上する。向上の度

例に設ける例である。

排気ダクトは2分岐で使用することが本発明の基本であるが、第6図の配列が考えられる。すなわち、

(1)はダクトを合流させる場合、

排気ダクトを1本とできるのでダクトの引き回しに有利である。反応器11への排気ガス制御は流量制御ダンパ(R)8bで行い、それと連動する流量制御ダンパ(R)8c, 8dで合流部の気流調整を行う。

(2), (3)は排気ダクトを個別のまま煙突へ接続する場合、

反応器11の出口側、サイラ出口側ともに遮断ダンパ8e, 8dを配設する。この場合、遮断ダンパ8e, 8dは設備停止中のドラフト閉止用であり、設備的には(1)より簡略化できるが、排気ダクトの引き回し量が倍必要となる。

以上、述べた実施例によれば次のような効果が得られる。

(1) 第1図のように化学吸熱を行う反応器11

合は反応吸熱使用の場合より低い、設備費が安い分有益である。

(3) 過熱器12とガスタービン発電系2の燃料器1との間に、過熱器バイパスライン13bを設けたので、反応器11の温度を高めることにより、反応触媒の性能低下を抑制できる。すなわち過熱器バイパスライン13bは、第2図および第3図のように反応触媒の性能が低下したとき、過熱器12の吸熱量低減用に作用するので、「反応効率の維持のための反応器周囲ガス温度の向上」に有効である。

(4) 反応器11と過熱器12との間に設けてある反応器バイパスライン13は、反応触媒の粉化、反応器11の損傷等で反応器11が使用できなくなった場合、あるいはプラント(つまりガスタービン)が低負荷で反応器温度が所定値を下まわる場合、ならびに「急激な過渡運転(発停)の場合に、反応器11をバイパレス触媒へ投入される燃料蒸気温度が大きく変化して触媒性能・寿命の低下」するのを防止する場合等に有効に使用できる。

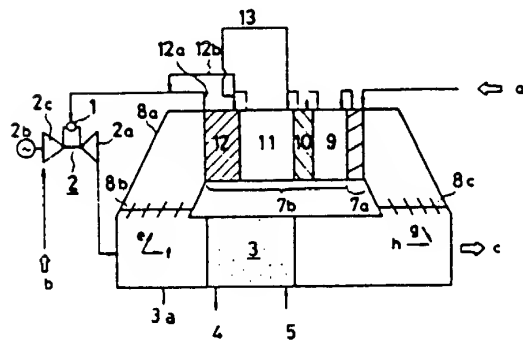
〔発明の効果〕

以上述べた本発明によれば、化学吸熱を行う反応器のみに触媒を内蔵させるようにしたので、従来のものに比べて触媒の量が少なくてすみ、これにより設備費が安価となる複合発電システムを提供できる。

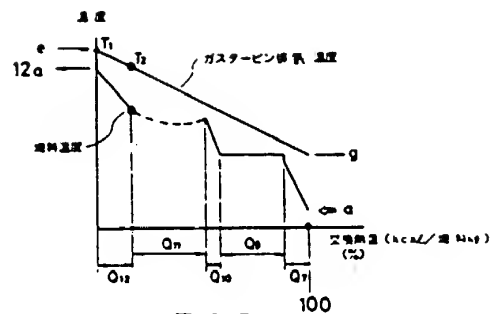
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の複合発電システムの一実施例を示す概略構成図、第2図および第3図は第1図の作用効果を説明するための図、第4図は第1図の變形例を示す概略構成図、第5図は本発明の燃料処理システムの応用例を示す図、第6図は本発明の排気ダクト分割の応用例を示す図、第7図は従来の複合発電システムの一例を示す概略構成図である。

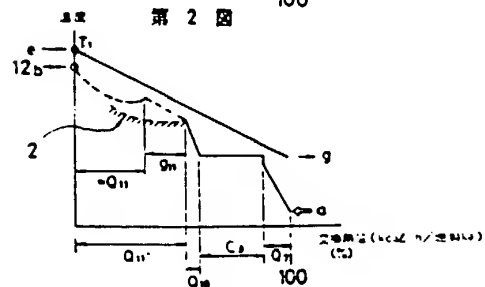
1…燃料器、2…ガスタービン発電系、2a…ガスタービン、2b…発電機、2c…空気圧縮機、3…排熱ボイラ系、3a…排気本管、4…蒸気タービン発電系、4a…蒸気タービン、4b…発電機、5…復水器、7a…燃料予熱器、8a…排気



第1図



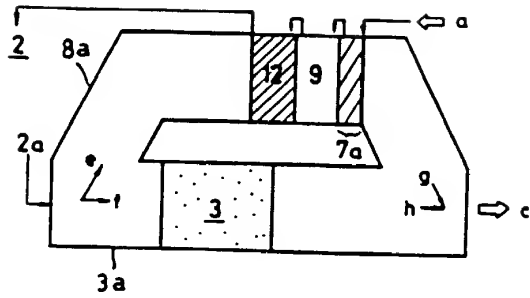
第2図



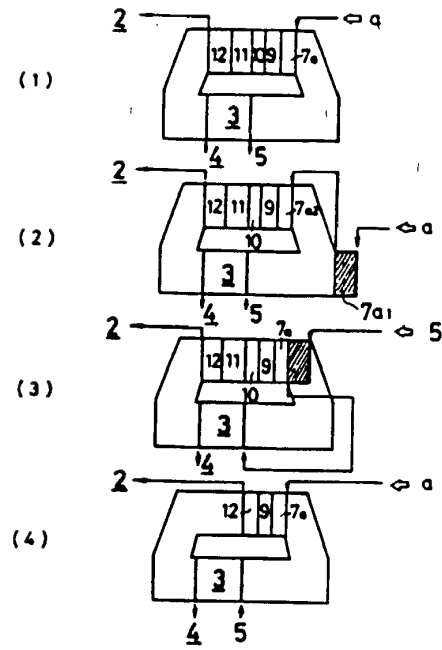
第3図

分管、8b、8c…分岐ダクト入口、出口ダクト、9…蒸発器、10…加熱器、11…反応器、12…過熱器。

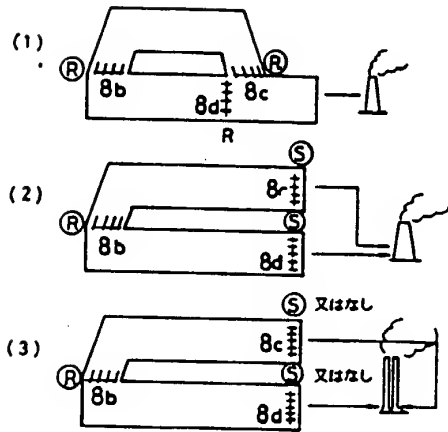
出願人復代理人 弁理士 錦 江 武 彦



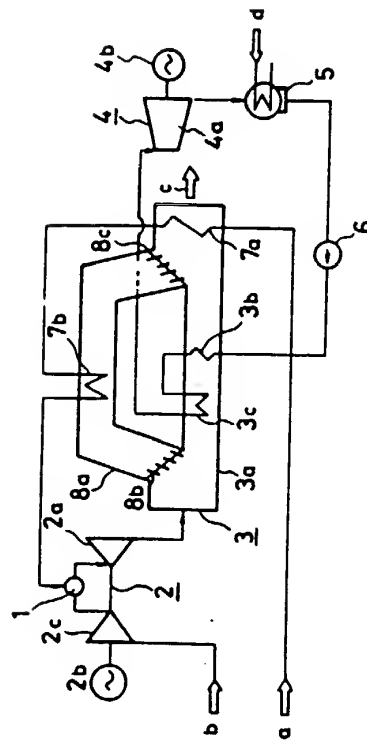
第 4 図



第 5 図



第 6 図



第 7 図